

19

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) **N° de publication :**
(A n'utiliser que pour
le classement et les
commandes de reproduction).

2.171.961

(21) **N° d'enregistrement national :**
(A utiliser pour les paiements d'annuités,
les demandes de copies officielles et toutes
autres correspondances avec l'I.N.P.I.)

72.05350

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

1^{re} PUBLICATION

(22) Date de dépôt 17 février 1972, à 15 h 3 mn.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — «Listes» n. 39 du 28-9-1973.

(51) Classification internationale (Int. Cl.) G 01 s 9/00//G 01 c 23/00; G 08 g 1/00.

(71) Déposant : LABORATOIRE CENTRAL DE TÉLÉCOMMUNICATIONS, S.A., résidant en
France.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : P. L. Grandry, LCT, 18-20, rue Grange-Dame-Rose, 78-Vélizy-Villacoublay.

(54) Dispositif radar anticollision pour véhicules routiers.

(72) Invention de : Michel Gaston Maurice Castets, Jacques Pierre et Pierre Marie Émile Schurr.

(33) (32) (31) Priorité conventionnelle :

72 05350

2171961

La présente invention se rapporte à un dispositif radar pour véhicules routiers, fournissant à bord d'un véhicule des informations de distance et de vitesse relative des obstacles précédant ce véhicule, nécessaires pour évaluer les risques de collision avec ces obstacles.

5 La conduite de véhicules routiers de plus en plus rapides au milieu d'une circulation routière de plus en plus dense pose des problèmes de détection d'obstacles et d'évaluation rapide des risques provoqués par leur présence. Ces risques sont d'autant plus importants que les conditions de visibilité sont plus mauvaises et que la détection d'obstacles par le conducteur 10 d'un véhicule est par voie de conséquence plus tardive. Dans le but de signaler de façon précise et rapide à bord d'un véhicule la présence d'obstacles quelles que soient les conditions de visibilité, il est connu d'utiliser soit un système de détection infrarouge soit un radar à faible portée, par exemple un radar à ondes entretenues. Dans ce dernier cas, il est connu d'utiliser un 15 radar à ondes entretenues à modulation de fréquence fournissant à chaque instant la distance entre le véhicule portant le radar et les obstacles (autres véhicules etc...) le précédent.

Cependant l'expérience montre que la seule connaissance de la distance entre un véhicule et un obstacle est insuffisante pour permettre l'évaluation des risques de collision entre ce véhicule et cet obstacle. Il est 20 nécessaire de connaître en outre la vitesse propre du véhicule et la vitesse relative entre le véhicule porteur du radar et l'obstacle.

Un objet de l'invention est donc un radar anticollision à ondes entretenues fournissant en particulier les informations de distance et de 25 vitesse relative entre le véhicule porteur et les obstacles se trouvant en avant de ce véhicule.

Selon l'invention, le radar anticollision à ondes entretenues pour véhicules routiers comprenant un émetteur à ondes entretenues dont la fréquence est variable en fonction d'un signal de contrôle et un récepteur 30 fournissant un signal de battement est caractérisé en ce qu'il comprend un premier générateur de signal de contrôle pour moduler la fréquence dudit émetteur selon une loi périodique pré-déterminée, un deuxième générateur de signal de contrôle pour maintenir constante la fréquence dudit émetteur, un circuit de commutation pour coupler alternativement l'un ou l'autre 35 desdits générateurs à l'émetteur, des moyens de commande dudit circuit de commutation, un dispositif de mesure de distance pour déterminer la distance des obstacles détectés à partir de la fréquence du signal de battement fourni pendant le couplage à l'émetteur du premier générateur, un dispositif de mesure de vitesse pour déterminer la vitesse relative des obstacles détectés.

à partir de la fréquence du signal de battement à fréquence Doppler fourni pendant le couplage à l'émetteur du deuxième générateur, et des circuits d'extraction et d'utilisation des informations de distance et de vitesse fournies par lesdits dispositifs de mesure.

5 L'invention sera mieux comprise et d'autres caractéristiques apparaîtront à l'aide de la description ci-après et des dessins joints où :

- La figure 1 représente schématiquement le radar selon l'invention ;
- La figure 1.a représente un signal de commande dudit radar ;
- La figure 2 montre le schéma d'un exemple de réalisation du dispositif de 10 mesure de distance dans le radar selon l'invention ;
- La figure 3 représente le schéma d'un circuit de classement des obstacles en fonction du signe de leur vitesse ;
- La figure 4 montre le schéma d'un exemple de réalisation du dispositif de 15 mesure de vitesse dans le radar selon l'invention ;
- La figure 5 représente un schéma de circuits d'extraction des informations fournies par les dispositifs de mesure des figures 2 et 3.

Sur la figure 1 est représenté le schéma d'un radar anticollision pour véhicules routiers permettant la détermination de la distance et de la vitesse relative des obstacles se trouvant en avant du véhicule porteur du 20 radar.

Ce radar comporte un émetteur d'ondes entretenues 3 dont la fréquence est variable en fonction d'un signal de contrôle appliqué sur son entrée 300. Cet émetteur peut être par exemple un module à diode à effet Gunn accordé par varactor, le signal de contrôle servant alors à la polarisation de la diode 25 varactor. Le signal émis par l'émetteur est transmis à une antenne convenable 1 par l'intermédiaire d'un circulateur 2. Les signaux reçus par réflexion sur les obstacles situés dans le faisceau de l'antenne sont transmis par le circulateur 2 à un récepteur du type homodyne classique à deux voies. Ce récepteur comprend les deux mélangeurs 7 et 8 qui reçoivent d'une part les signaux reçus 30 par l'antenne et d'autre part un signal de référence obtenu par prélèvement à l'aide d'un coupleur directionnel 9 d'une faible partie du signal émis. Ce signal de référence est appliqué directement au mélangeur 8 et par l'intermédiaire d'un déphasageur 10 de $\frac{\pi}{2}$ au mélangeur 7. Ces mélangeurs 7 et 8 fournissent de façon bien connue un signal de battement de forme cosinus pour le 35 mélangeur 8 et de forme sinus pour le mélangeur 7. Ces signaux sont appliqués à un dispositif de mesure de vitesse 12 et le signal d'une des voies, par exemple ici la voie cosinus, est envoyé à un dispositif de mesure de distance 11. Selon l'invention, le radar fonctionne tantôt en mesureur de distance en modulant en fréquence le signal émis grâce à l'application à

72 05350

l'émetteur d'un signal de contrôle périodique, par exemple triangulaire, fourni par un générateur de signaux 4, tantôt en mesureur de vitesse en utilisant le radar en ondes entretenues pures non modulées grâce à l'application à l'émetteur d'un signal de contrôle continu fourni par un générateur de tension continue 5.

5 L'alternance du mode de fonctionnement est obtenue à l'aide d'un commutateur schématisé en 6 connectant alternativement à l'entrée 300 les générateurs 4 et 5. Ce commutateur est commandé par un générateur 15 de signaux de commande P qui définit les intervalles de temps T1 pendant lesquels le générateur 4 est utilisé et T2 pendant lesquels le générateur 5 est utilisé.

10 Le générateur 15 reçoit des signaux d'horloge d'une horloge 16. Le signal P commande également un circuit de commutation 13 permettant de transmettre alternativement les informations de distance et de vitesse des obstacles détectés à des circuits d'extraction et d'utilisation de ces informations.

Le fonctionnement est le suivant en se reportant également à la 15 figure 1.a qui représente le signal P de commande de changement de mode.

Pendant un intervalle de temps T1 prédéterminé, le signal P commande le fonctionnement en mesure de distance (cas de la figure 1). Le radar fonctionne alors en radar à ondes entretenues à modulation de fréquence. La fréquence de l'onde émise est modulée, par exemple suivant une modulation triangulaire. Comme il est bien connu, la différence de fréquence f_b existant à chaque instant entre l'onde émise par le radar et l'onde reçue est une mesure du temps de propagation entre le radar et un obstacle réfléchissant donné. À la sortie des mélangeurs 7 et 8, on obtient des signaux en sinus et cosinus à la fréquence f_b . Le dispositif 11 est un dispositif d'analyse du spectre de 25 fréquence des signaux de battement. Il permet de déterminer la ou les tranches de fréquences dans lesquelles se trouvent des raies du spectre du signal de battement et donc la ou les tranches de distance correspondantes dans les- quelles se trouvent le ou les obstacles ayant donné lieu à un écho. Cette analyse peut être réalisée par exemple à l'aide d'un banc de filtres.

30 Un tel fonctionnement est classique et décrit par exemple plus en détail dans "Introduction to radar systems" par M.I. Skolnik, Mc Graw Hill book company, pages 86 à 90. Il est à noter que, si l'on choisit convenablement la fréquence, l'amplitude de modulation et la fréquence moyenne de l'émetteur, compte-tenu des vitesses et des distances qui entrent en ligne de compte pour 35 un radar pour véhicules routiers, la fréquence Doppler due au déplacement relatif des obstacles et du véhicule porteur est petite et peut être considérée comme négligeable devant la fréquence de battement f_b , n'introduisant donc pas d'erreur appréciable sur la mesure de distance.

72 05350

Pendant l'intervalle de temps T2 suivant, le signal P commande le fonctionnement en mesure de vitesse des obstacles déjà détectés. Pour cela, le générateur de tension continue 5 est alors connecté à l'entrée 300. Le radar fonctionne alors en radar à ondes entretenues pures. Comme il est bien connu, la différence de fréquence fd entre l'onde reçue d'un obstacle et l'onde émise, due à l'effet Doppler, est une mesure de la vitesse radiale relative de l'obstacle par rapport au radar. A la sortie des mélangeurs 7 et 8, on obtient des signaux respectivement de la forme $\sin(\pm\omega dt + \phi)$ et $\cos(\pm\omega dt + \phi)$ où ωd est la pulsation Doppler et est affectée d'un signe + ou - suivant que l'obstacle se rapproche ou s'éloigne du radar. Comme cela est connu, le dispositif 12 d'analyse du spectre du signal de battement, s'il analyse un seul signal, par exemple le signal en cosinus, à l'aide par exemple d'une batterie de filtres, perd le signe de la fréquence Doppler à cause du phénomène de "repliement" du spectre autour de la fréquence zéro, une composante à la fréquence $-fd$ donnant exactement le même résultat qu'une composante $+fd$ à la sortie du filtre correspondant. Pour retrouver le signe de la fréquence Doppler, il est nécessaire d'utiliser simultanément les signaux des voies sinus et cosinus selon une méthode classique de comparaison des phases dans les deux voies. Suivant que le signal d'une des voies est en avance ou en retard de $\frac{\pi}{2}$ par rapport au signal de l'autre voie, la fréquence Doppler aura l'un ou l'autre signe. Une telle méthode d'analyse est bien connue et décrite plus en détail dans l'ouvrage de M.I. Skolnik déjà cité, pages 72 à 84. On obtient ainsi pendant le temps T2 les vitesses des obstacles dont les distances ont été déterminées pendant le temps T1.

Compte-tenu de ce principe, il est clair que les intervalles de temps T1 et T2 doivent être pris aussi faibles que possible pour que, lors de la mesure d'un paramètre, distance ou vitesse d'un obstacle, l'autre paramètre relatif à cet obstacle et déjà mesuré n'ait pas eu le temps de varier de manière importante en considérant la précision des mesures recherchée. D'autre part, il faut que les temps T1 et T2 soient suffisants pour permettre aux dispositifs 11 et 12 l'analyse spectrale complète de la bande de fréquence, qui doit être prise en compte, en fonction des valeurs extrêmes des plages de vitesse et de distance que l'on désire explorer.

A titre simplement d'exemple numérique, si on suppose que le dispositif 11 permet de classer les obstacles dans des tranches de distances adjacentes de 10 m chacune et que le dispositif 12 détermine des tranches de vitesse de 10 km/h, un temps total T1 + T2 de l'ordre du dixième de seconde pour une mesure complète de distance et de vitesse est satisfaisant.

72 05350

On doit noter ici aussi que, si comme on l'a dit plus haut les paramètres de l'émetteur et de la modulation sont choisis convenablement, la fréquence de battement obtenue lors de la mesure de distance se trouve au-delà de la limite de la bande de fréquence explorée par le dispositif 12 qui ne fournit donc aucun signal pendant la période T_1 .

A titre d'exemple, si l'on considère un radar émettant avec une fréquence moyenne de 9,9 GHz, une fréquence de récurrence de 10 kHz et une excursion de fréquence Δf de 22,5 MHz, pour une gamme de distances allant de 15 à 150 m divisée en tranches de 10 m, la fréquence de battement f_b varie de 45 kHz à 450 kHz et chaque tranche correspond à une largeur de 30 kHz. De même, pour une gamme de vitesses allant de 0 à 300 km/h, la fréquence Doppler f_d varie de 0 à 5,5 kHz ; chaque tranche de 10 km/h correspondant à une bande de fréquence de 180 Hz de largeur.

Les circuits d'extraction et d'utilisation 14 comprennent des circuits permettant d'attribuer à chaque obstacle pris en compte les valeurs de distance et de vitesse qui correspondent et ces valeurs sont ensuite utilisées de toute manière que l'on désire, par exemple pour être affichées visuellement, pour commander des circuits d'alarme ou pour être envoyées à un module de calcul permettant l'asservissement plus ou moins complet des 20 systèmes de commande du véhicule (freins, alimentation du moteur etc...).

Sur les figures 2 et 4, on a représenté schématiquement des modes de réalisations simplifiées des dispositifs de mesure utilisant chacun un seul filtre pour explorer toute la bande de fréquence à analyser.

Sur la figure 2 est représenté un exemple de réalisation du dispositif de mesure de distance 11. On a supposé qu'il fournissait sous forme 25 digitale des informations brutes d'amplitude A du signal reçu et de distance d et que l'extraction des valeurs de distance et d'amplitude correspondant à chaque obstacle était effectuée ultérieurement. Cette extraction sera décrite ci-dessous en se référant à la figure 5. Le dispositif 11 comprend un modulateur à porteuse supprimée 20 recevant le signal d'unes des voies, par exemple la voie cosinus, d'une part et un signal à une fréquence f fourni par un oscillateur 21 commandé en fréquence par tension dont l'entrée de commande 30 reçoit une tension en gradins fournie par un générateur de commande 22 déclenché par le signal P , d'autre part.

Le signal de sortie du modulateur 20 est envoyé à un filtre passe-bas 23. Celui-ci est suivi d'un codeur d'amplitude analogique-digital 24 fournissant à sa sortie p digits représentatifs de l'amplitude du signal.

D'autre part, un codeur de distance 25 fournit m digits représentatifs de la valeur centrale de la distance pour chaque tranche de distance explorée successivement. Le fonctionnement va être expliqué ci-dessous.

Lorsque le générateur 22 est déclenché par le signal P au début de 5 chaque intervalle T_1 , il fournit pendant cet intervalle T_1 une succession de paliers de tension réglés de façon que l'oscillateur 21 fournit une succession d'oscillations de fréquence f_0 , $f_0 + 30 \text{ kHz}$, $f_0 + 60 \text{ kHz}$ etc... en utilisant les chiffres cités ci-dessus, 30 kHz étant la largeur correspondant à une tranche élémentaire.

10 A la sortie du modulateur 20, on obtient un signal qui, pour un obstacle donné, a une composante à fréquence basse, à une fréquence $|f_b - f_0|$ pendant le premier palier de la tension de commande, $|f_b - (f_0 + 30 \text{ kHz})|$ pendant le deuxième palier etc...

15 Le filtre passe-bas 23 a une bande passante de 0 à 15 kHz ou légèrement supérieure. Il délivre donc un signal au moment où la fréquence fournie par l'oscillateur 21 se trouve séparée de la fréquence f_b par une valeur inférieure ou égale à $\pm 15 \text{ kHz}$.

20 On peut ainsi déterminer le palier correspondant et la tranche de fréquence centrée autour de la fréquence fournie à cet instant par l'oscillateur dans laquelle se trouve la fréquence f_b .

Avec les chiffres cités précédemment, on voit que f_0 doit être choisie égale à 60 kHz.

25 L'amplitude du signal à la sortie du filtre pour chaque palier est codée de manière classique par le codeur 24. Cette valeur d'amplitude sera utilisée comme on le verra ultérieurement pour l'extraction des valeurs de 20 distance correspondant à des obstacles et également pour effectuer une corrélation entre les résultats des dispositifs de mesure de vitesse et de distance. La précision requise n'est pas très grande et on peut choisir $p = 3$ digits.

30 D'autre part, un autre codeur d'amplitude 25 convenablement étalonné code la tension en gradins fournie par le générateur 22 et fournit ainsi les valeurs codées de distance centrale correspondant aux différentes tranches successivement explorées. Les deux codeurs reçoivent les signaux d'horloge H nécessaires à leur fonctionnement. On pourrait aussi imaginer un générateur fournissant une dent de scie continue au lieu de la tension en gradins et un 35 compteur associé donnant en continu la valeur de la distance.

Le dispositif de mesure de vitesse représenté sur la figure 4 repose sur un principe strictement identique. Cependant, la fréquence Doppler f_d qu'il s'agit ici de mesurer peut être positive ou négative suivant que

72 05350

l'obstacle considéré se rapproche ou s'éloigne du radar. Si l'on veut donc connaître le sens de la vitesse de l'obstacle par rapport au radar, il est nécessaire de déterminer le signe de la fréquence Doppler, ce qui est possible en utilisant à la fois les signaux des voies cosinus et sinus du radar 5 ainsi qu'on l'a indiqué plus haut.

Pour cela, on peut utiliser ici un circuit 120 de classement des obstacles en fonction du signe de leur vitesse. Ce circuit est représenté plus en détail sur la figure 3.

Il comprend deux circuits réjecteurs similaires, l'un ne transmettant 10 que les signaux correspondant à des fréquences Doppler positives et donnant un signal de sortie S_+ et l'autre ne transmettant que les signaux correspondant à des fréquences Doppler négatives et donnant un signal de sortie S_- . Chaque circuit réjecteur comprend un circuit sommateur (76, 78) additionnant le signal d'une voie, la voie cosinus, et le signal de l'autre voie, la voie 15 sinus, déphasé par un déphaseur (75, 77) respectivement de $+\frac{\pi}{2}$ et de $-\frac{\pi}{2}$. Le circuit fonctionne de la manière suivante.

A la sortie des mélangeurs 7 et 8, on a, pour un obstacle de fréquence Doppler positive, des signaux respectivement de la forme $\sin(\omega dt + \phi)$ et $\cos(\omega dt + \phi)$, ωd étant la pulsation Doppler.

20 A l'entrée du sommateur 76, on a des signaux respectivement $\sin(\omega dt + \phi + \frac{\pi}{2})$ et $\cos(\omega dt + \phi)$ d'où le signal S_+ :
 $S_+ = 2 \cos(\omega dt + \phi)$.

A l'entrée du sommateur 78, on a des signaux
 $\sin(\omega dt + \phi - \frac{\pi}{2}) = -\cos(\omega dt + \phi)$ et $\cos(\omega dt + \phi)$, d'où le signal S_- :
25 $S_- = 0$.

Réiproquement, il est aisé de voir que, pour un obstacle de fréquence Doppler négative, les signaux de sortie des mélangeurs 7 et 8 sont respectivement de la forme $\sin(-\omega dt + \phi) = -\sin(\omega dt - \phi)$ et $\cos(\omega dt - \phi)$ d'où :

30 $S_+ = 0$,
 $S_- = 2 \cos(\omega dt - \phi)$.

On retrouve donc sur la sortie S_+ les signaux correspondant aux obstacles de vitesse radiale positive, c'est-à-dire se rapprochant du radar et sur la sortie S_- les signaux correspondant aux obstacles de vitesse 35 radiale négative. Cela étant, en revenant à la figure 4, le signal S_+ correspondant aux obstacles en rapprochement est envoyé à un modulateur 26 à suppression de porteuse recevant également un signal fourni par un oscillateur 28 à fréquence commandée en tension par un générateur 29 de tension de commande en gradins. Ce générateur est déclenché par le signal \bar{P} ,

72 05350

2171961

c'est-à-dire qu'il fournit la tension en gradins pendant l'intervalle de temps T_2 . Le modulateur 26 est suivi d'un filtre passe-bas 30 et d'un codeur 32 de l'amplitude $A' +$ du signal. D'autre part, un autre codeur d'amplitude 34 code la tension en gradins fournie par le générateur 29 et fournit 5 les valeurs de vitesse codées à n digits correspondant aux différentes tranches explorées.

De même, le signal S^- est appliqué à un modulateur 27 à suppression de porteuse suivi d'un filtre passe-bas 31 identique au filtre 30 et d'un codeur d'amplitude 33 fournissant les valeurs codées d'amplitude $A' -$ correspondant aux obstacles de vitesse négative.

Lorsque le générateur 29 est déclenché par le signal \bar{P} au début de chaque intervalle T_2 , il fournit pendant cet intervalle T_2 une succession de paliers de tension réglés de façon que l'oscillateur 28 fournit une succession d'oscillations de fréquence $f'o$, $f'o + 180$ Hz, $f'o + 360$ Hz, etc... 15 en utilisant les chiffres cités plus haut, 180 Hz étant la largeur correspondant à une tranche élémentaire de vitesse de 10 km/h.

Les filtres passe-bas 30 et 31 ont une bande passante de 0 à 90 Hz. Ils délivrent donc un signal au moment où la fréquence fournie par l'oscillateur 28 se trouve séparée de la fréquence f_d par une valeur inférieure ou 20 égale à ± 90 Hz.

On peut ainsi déterminer le palier correspondant et la tranche de fréquence centrée autour de la fréquence fournie à cet instant par l'oscillateur dans laquelle se trouve la fréquence f_d .

Avec les chiffres cités précédemment, on voit que $f'o$ doit être 25 choisie égale à 90 Hz.

La figure 5 représente le schéma d'un mode de réalisation de circuits d'extraction que l'on peut associer aux dispositifs de mesure décrits plus haut. Les mêmes numéros de référence renvoient aux mêmes éléments que dans les figures précédentes. On suppose pour la clarté de l'explication 30 qu'il n'y a qu'un nombre maximum de trois obstacles dans la gamme de distance de 15 à 150 m ; mais il est bien évident qu'on pourrait prendre en considération un nombre quelconque d'obstacles en modifiant d'autant le nombre de circuits utilisés.

On utilise trois registres R_1 , R_2 , R_3 pour mettre en mémoire les 35 distances de ces trois obstacles ainsi que l'amplitude des signaux qui leur correspondent et trois registres $R'1$, $R'2$, $R'3$ pour mettre en mémoire leur vitesse, le signe de la vitesse et l'amplitude du signal correspondant. A la fin de chaque cycle de mesure, les diverses informations enregistrées dans les

registres R1, R2, R3, R'1, R'2, R'3 sont transférées vers un circuit logique à corrélation 71 qui, par comparaison des amplitudes enregistrées dans les registres R1 à R3 d'une part et des amplitudes enregistrées dans les registres R'1 à R'3 d'autre part, associe à chaque valeur de distance d'un obstacle 5 la valeur de vitesse correspondant à cet obstacle. En effet, alors que les obstacles sont rangés par ordre de distance croissante dans les registres R1, R2 et R3, ils sont rangés par ordre de vitesse croissante en valeur absolue dans les registres R'1 à R'3. Cependant, on peut supposer avec un risque d'erreur négligeable qu'entre la mesure de distance d'un obstacle donné et 10 la mesure suivante de vitesse de cet obstacle les conditions n'ont pratiquement pas varié et que l'amplitude de l'écho renvoyé par cet obstacle est donc la même ou tout au moins dans un même rapport avec l'amplitude des autres échos. On utilise ceci pour affecter à chaque distance d'obstacle la vitesse correspondante grâce au circuit 71 qui comporte une simple logique majoritaire 15 pour classer les amplitudes A et A' (et les informations d et V correspondantes) suivant le même ordre, celui des amplitudes A.

Le principe étant ainsi exposé, des circuits ET multiples 50 à 55 servent à autoriser l'inscription des valeurs de A et d dans les registres R1 à R3. Ces circuits ET sont commandés de la manière suivante.

20 Un circuit à seuil 56 détecte à la sortie du filtre passe-bas 23 (figure 2) l'apparition d'un signal d'amplitude supérieure à un seuil pré-déterminé traduisant l'existence d'un obstacle dans la tranche en cours d'exploration et fournit alors une impulsion de commande faisant passer une bascule 57 à l'état 1. Cette bascule est remise à l'état 0 par un circuit de remise à 25 zéro 61 au début de chaque palier de la tension de commande de l'oscillateur 21 (figure 2). Lorsque la bascule 57 passe à l'état 1, sa sortie 1 fournit un signal d'autorisation d'inscription qui est appliqué à l'ensemble des circuits ET 50 à 55. Par ailleurs, le registre dans lequel doit être enregistré la distance de l'écho ainsi détectée est sélectionné par l'intermédiaire d'un 30 circuit de sélection comprenant un compteur 59 et un décodeur à trois positions 60. L'avance du compteur est commandée par le signal de la sortie 1 de la bascule 57 retardé par un circuit à retard convenable 58. Ainsi, au début d'un cycle de mesure, le décodeur fournit un signal al, le compteur ayant été remis à zéro au début du temps T2 précédent. Le registre sélectionné lors de 35 la détection du premier écho est le registre R1, seules les portes 50 et 51 s'ouvrent alors en la présence simultanée du signal al et du signal de la bascule 57. Au bout d'un temps suffisant pour l'inscription des informations Al et dl dans le registre R1 (temps déterminé par le circuit 58), le compteur 59

avance d'une unité et le décodeur 60 fournit alors le signal a2 qui permettra l'ouverture des portes 52 et 53 et l'inscription des informations A2 et d2 dans le registre R2 lors de la détection d'un deuxième obstacle et ainsi de suite jusqu'à ce que les informations relatives à un troisième obstacle aient 5 été enregistrées dans R3, après quoi le compteur 59 passe dans une position d'attente où aucun signal a1 à a3 n'est plus fourni jusqu'à la prochaine remise à zéro au début du temps T2 suivant.

Pour les informations A' et V, le fonctionnement est strictement identique. Cependant, la bascule 57' est commandée, par l'intermédiaire d'un 10 circuit OU 73, soit par la détection d'un obstacle de vitesse positive soit par la détection d'un obstacle de vitesse négative grâce aux circuits à seuil 56'+ et 56'- connectés respectivement aux entrées des codeurs d'amplitude 32 et 33.

Par ailleurs, l'amplitude de l'écho détecté, A'+ ou A'- suivant le 15 signe de la vitesse de l'obstacle, est transmise aux circuits ET multiples 62, 65 et 68 par l'intermédiaire du circuit OU multiple 72 cependant que la valeur absolue de la vitesse V est envoyée du codeur 34 aux circuits ET multiples 64, 67 et 70. Enfin, des circuits ET simples 63, 66 et 69 permettent l'inscription du signe de la vitesse sous la forme d'un digit 1 fourni par le circuit 56'+ 20 lorsque l'obstacle détecté a une vitesse positive ou d'un digit 0 lorsque le déclenchement de l'inscription dans un registre est dû au circuit 56'- (cas d'un obstacle de vitesse négative).

Le compteur 59' est remis à zéro au début de chaque temps T1 pour le 25 signal P. Par ailleurs, le circuit logique 71 reçoit les signaux d'horloge H' nécessaires à son fonctionnement et en particulier au transfert des informations A, D, A' et V à la fin de chaque intervalle de temps T2. Le circuit 71 fournit sur ses sorties les paires d'informations d et V relatives aux obstacles successivement détectés et ces informations peuvent être transmises à tout dispositif d'utilisation.

30 On a décrit ci-dessus un mode de réalisation des dispositifs de mesure utilisant un seul circuit à filtre explorant séquentiellement la gamme des fréquences à mesurer. Il est évident que le temps d'exploration nécessaire pour chaque tranche de fréquence est fonction des caractéristiques du filtre et, plus particulièrement, est proportionnel à l'inverse de la largeur de 35 bande passante du filtre. Il peut donc s'avérer que le temps total nécessaire pour l'exploration en particulier de la bande de fréquence Doppler soit trop important pour la durée de mesure désirée. Dans ce cas, on peut remplacer évidemment le dispositif décrit par un dispositif comprenant un banc de filtres

de bandes passantes adjacentes couvrant la gamme à explorer. L'exploration de toutes les tranches de fréquence s'effectuant en parallèle, le temps nécessaire se réduit à celui de l'exploration d'une tranche élémentaire, par exemple de vitesse. Dans le cas du dispositif de mesure de vitesse, il faudra deux bancs 5 de filtres respectivement pour les fréquences Doppler positives et négatives. Ces deux bancs peuvent d'ailleurs être différents si l'on considère que les obstacles s'éloignant du radar (vitesse négative) présentent un danger moindre et qu'il n'est pas nécessaire de connaître leur vitesse avec autant de précision que pour les obstacles se rapprochant.

10 Bien entendu, les exemples décrits ne sont nullement limitatifs de l'invention et il est possible d'imaginer d'autres modes de réalisation sans sortir du cadre de l'invention.

72 05350

2171961

REVENDICATIONS

1 - Radar anticollision à ondes entretenues pour véhicules routiers comprenant un émetteur à ondes entretenues dont la fréquence est variable en fonction d'un signal de contrôle et un récepteur fournissant un signal de battement caractérisé en ce qu'il comprend un premier générateur de signal de contrôle pour moduler la fréquence dudit émetteur selon une loi périodique pré-déterminée, un deuxième générateur de signal de contrôle pour maintenir constante la fréquence dudit émetteur, un circuit de commutation pour coupler alternativement l'un ou l'autre desdits générateurs à l'émetteur, des moyens de commande dudit circuit de commutation, un dispositif de mesure de distance pour déterminer la distance des obstacles détectés à partir de la fréquence du signal de battement fourni pendant le couplage à l'émetteur du premier générateur, un dispositif de mesure de vitesse pour déterminer la vitesse relative des obstacles détectés à partir de la fréquence du signal de battement à la fréquence Doppler fourni pendant le couplage à l'émetteur du deuxième générateur, et des circuits d'extraction et d'utilisation des informations de distance et de vitesse fournies par lesdits dispositifs de mesure pour associer à chaque obstacle les valeurs de vitesse et de distance correspondantes.

2 - Radar anticollision selon la revendication 1 caractérisé en ce que lesdits moyens de commande comprennent un circuit horloge connecté à un générateur de signaux de commutation déterminant la durée de mesure dans chacun des modes de fonctionnement de l'émetteur.

3 - Radar anticollision selon les revendications 1 ou 2 caractérisé en ce que lesdits dispositifs de mesure comprennent des bancs de filtres passe-bande de bandes passantes adjacentes pour analyser le signal de battement.

4 - Radar anticollision selon les revendications 1 ou 2 caractérisé en ce qu'au moins un desdits dispositifs de mesure comprend un circuit de filtrage explorateur unique permettant d'explorer séquentiellement toute la bande de fréquence utile du signal de battement.

5 - Radar anticollision selon la revendication 4 caractérisé en ce que ledit circuit de filtrage comprend un circuit modulateur à suppression de porteuse recevant d'une part le signal de battement et d'autre part le signal d'un oscillateur à fréquence commandée, un circuit de commande dudit oscillateur fournissant un signal de commande en gradins pendant la durée d'analyse dudit signal de battement et un filtre passe-bas connecté à la sortie dudit modulateur.

72 05350

6 - Radar anticollision selon la revendication 5 caractérisé en ce que ledit dispositif de mesure à circuit de filtrage unique comprend en outre un circuit de codage, sous forme digitale, des valeurs de distance ou de vitesse correspondant à chacun des gradins du signal de commande et en ce que 5 lesdits circuits d'extraction comprennent un circuit de sélection à seuil pour sélectionner à la sortie dudit circuit de codage les valeurs de distance ou de vitesse correspondant à la présence d'obstacles dans la tranche analysée.

7 - Radar anticollision selon la revendication 6 caractérisé en ce que les valeurs fournies par les circuits de sélection associés auxdits dispositifs de mesure sont mises en mémoire puis transférées à un circuit logique recevant également de chaque dispositif de mesure les valeurs d'amplitude du signal de battement pour les obstacles correspondants, pour associer à chaque valeur de distance d'un obstacle la valeur de vitesse relative du même obstacle.

8 - Radar anticollision selon les revendications 6 ou 7 caractérisé 15 en ce que, le récepteur comprenant une voie sinus et une voie cosinus, ledit dispositif de mesure de vitesse comprend en outre un circuit de détermination du signe de ladite vitesse à partir desdits signaux.

9 - Radar anticollision selon les revendications 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ou 8 caractérisé en ce que, le récepteur comprenant une voie sinus et une 20 voie cosinus, les signaux de battement des voies sinus et cosinus sont envoyés dans un circuit de classement des obstacles en fonction du signe de la vitesse comprenant deux circuits réjecteurs des obstacles respectivement de vitesse radiale positive et négative de façon à séparer les obstacles s'éloignant et se rapprochant dudit radar.

25 10 - Radar anticollision selon la revendication 9 caractérisé en ce que lesdits circuits réjecteurs comprennent chacun un déphasageur respectivement de $+\frac{\pi}{2}$ et $-\frac{\pi}{2}$ disposé dans l'une des voies sinus ou cosinus et un circuit additionneur additionnant les signaux à la sortie dudit déphasageur et les signaux de l'autre voie.

72 05350

PL 1/4

2171961

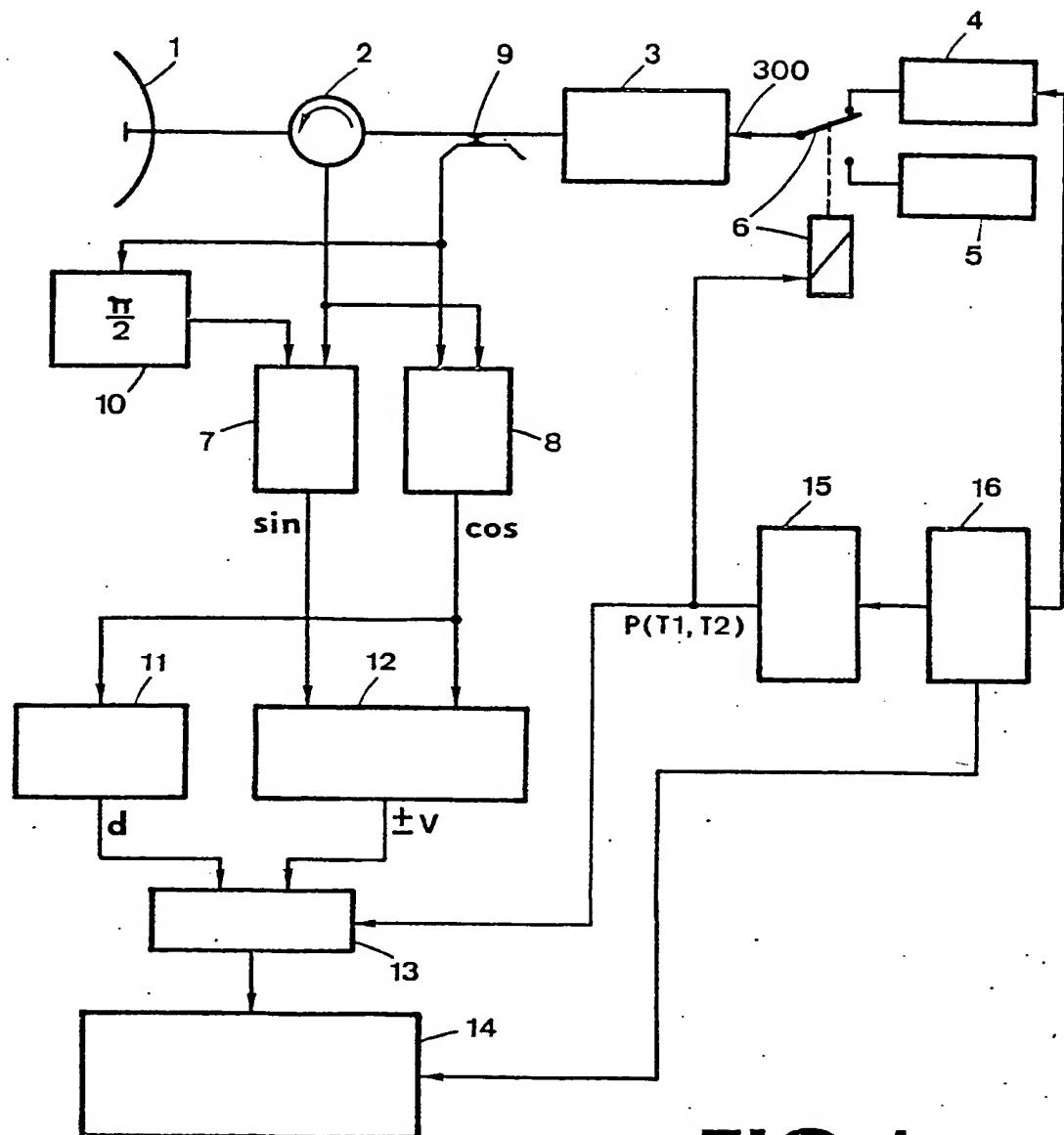


FIG. 1



FIG. 1a

72 05350

PL II/4

2171961

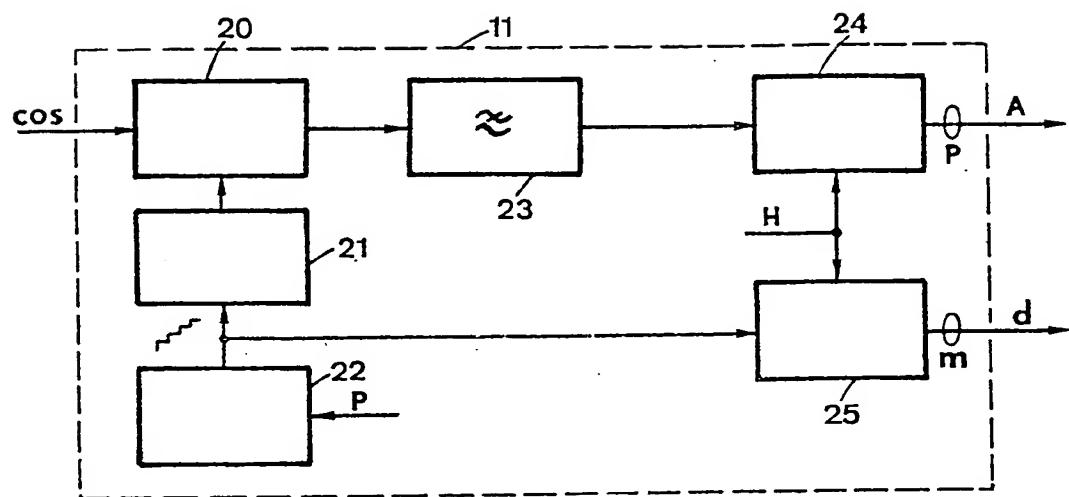


FIG. 2

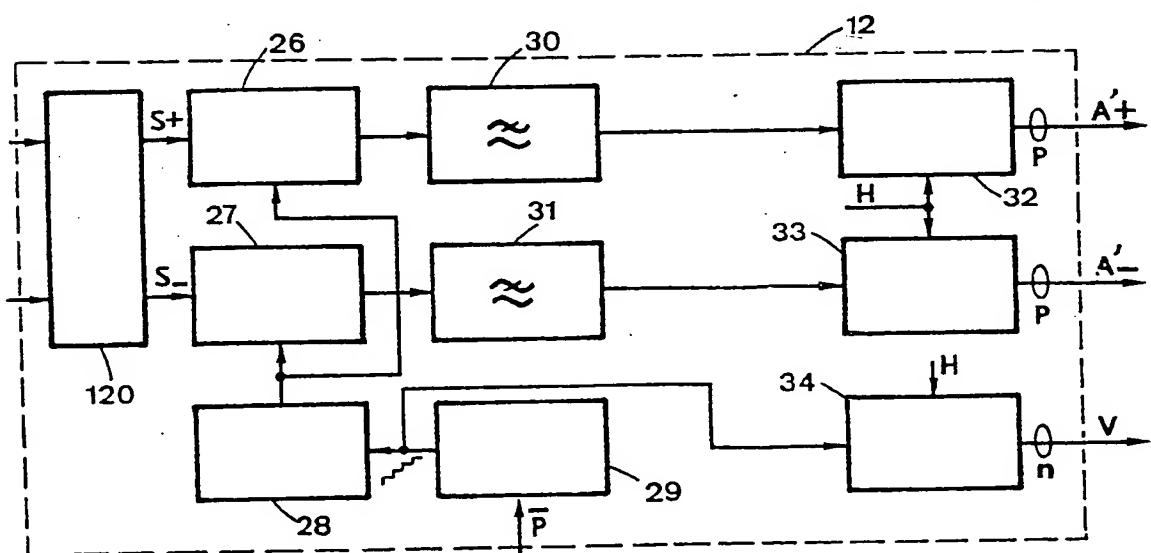


FIG. 4

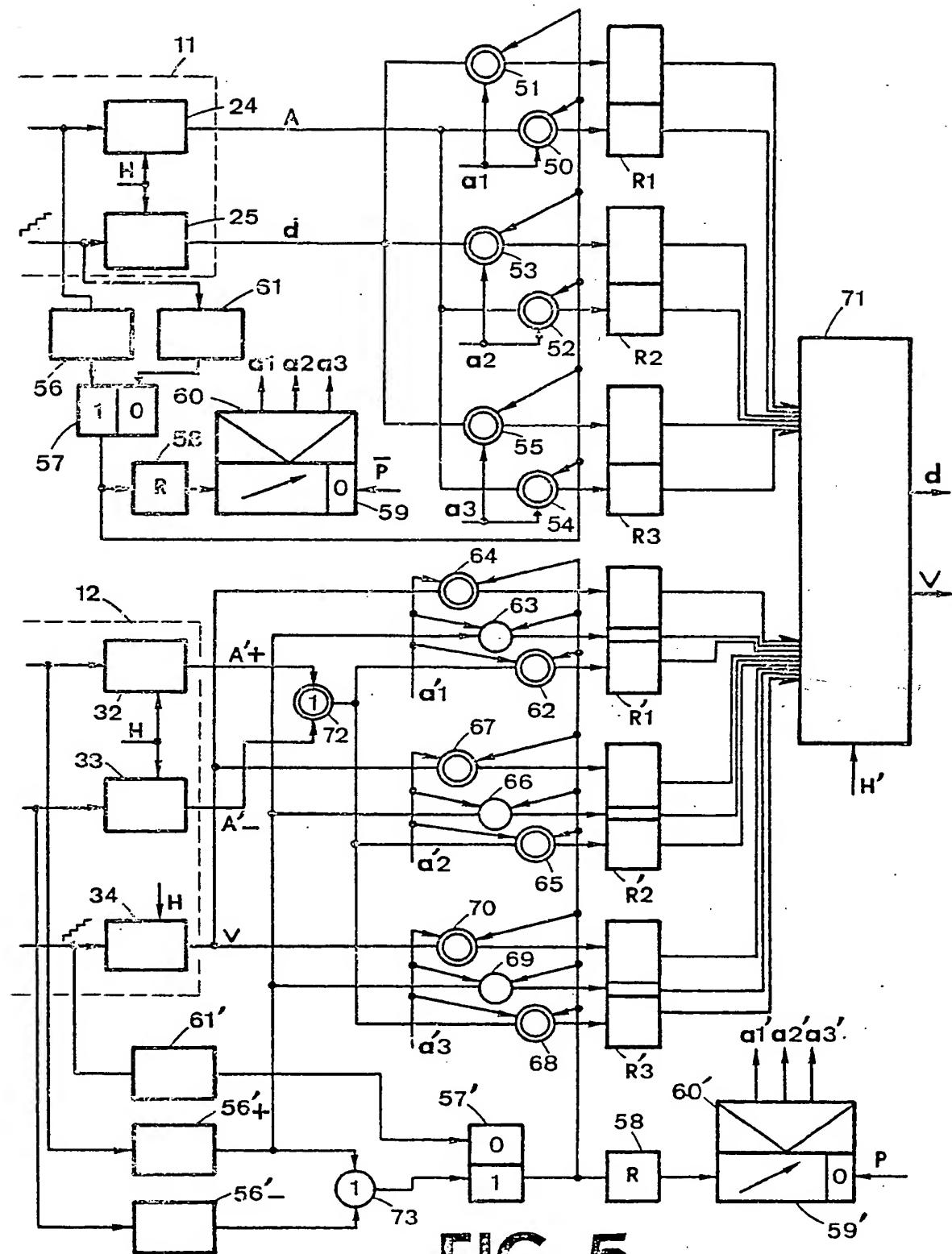


FIG. 5

72 05350

PL IV/4

2171961

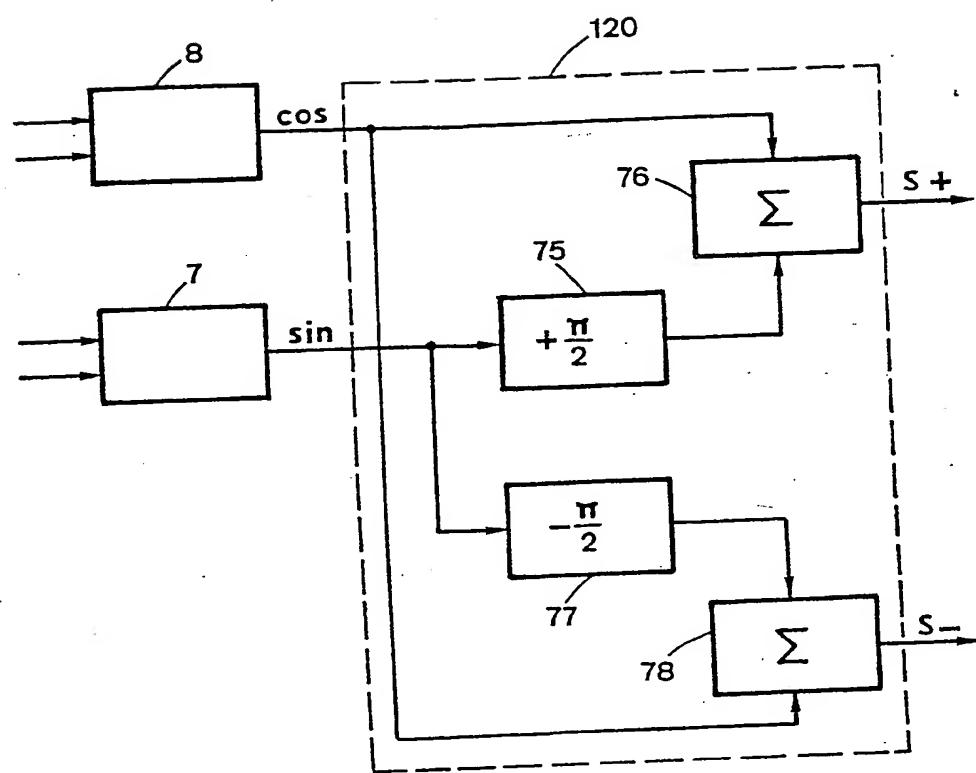


FIG.3